

極地装備用毛皮, 布地の着雪現象

菊地勝弘*・村山雅美**

SNOW DEPOSITION ON PIECES OF FUR AND CLOTH USED IN THE POLAR REGIONS

Katsuhiro KIKUCHI* and Masayoshi MURAYAMA**

Abstract

The phenomena of snow deposition and hoar frost on the pieces of the fur and the cloth which were used in the logistics at Syowa Station, Antarctica were observed from the beginning of July to the middle of October, 1968

For the observations, thirteen kinds of pieces of fur and cloth were selected as test specimens, wolverine, badger, sheep, boa (outer gloves), boa (inner gloves), boa(carpet), wool, flannel, vinylon (canvas), vinylon(tent), calico, nylon and tetron.

The results obtained are as follows, (i) The amount of snow deposition on the fur of badger was much larger than on two other furs, and that of the fur of wolverine was extremely small. (ii) The amount of snow deposition on boa, wool and flannel was not less than that of wolverine, but smaller than that of badger and sheep (iii) Hoar frost on the specimens due to the falling temperature during the night was remarkable on vinylon (canvas) and vinylon (tent)

1. ま え が き

極地装備用衣類は防寒, 軽量, 耐久を基本的性能として, 防風性, 通気性の問題, 着雪, 着霜, 着氷の少ないことが必要とされ, それに関する研究は近年の化学繊維の進歩に伴い, 各個の問題についてはある程度目的に達しつつあるとはいえ, 全体からみればまだ充分たといえる段階までは進んでいないように思われる. 例えは, それ相当の試験所等での実験にしても各種の毛皮, 布地に対する着雪の難易等についてのデータは未だに得られていない.

*北海道大学理学部地球物理学教室 Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo

**国立科学博物館極地研究部 Department of Polar Research, National Science Museum, Ueno Park, Tokyo

しかし，極地装備用衣類としては多少の耐久性等を犠牲にしても，実際着雪，着霜の難易等が問題になる場合が多い．またブリザードや地吹雪に対する顔面防禦と視界の維持のために，最近 blizzard visor (BLACK, 1962) なるものも考案されているが，その他ハドソン湾産のウルハリン毛皮を経験的に最良のものとして使用している．これが果して他の毛皮に比して事実相違があるのかどうか，もしあるとすればそれは如何なる理由によるものか，また現に使用されている衣類についても現場で使用する立場から再考を要する問題がないかどうか．このテストでは昭和基地で主に使用されている毛皮，布地について自然の条件下での着雪，着霜の難易，また一度着雪した後の除去の難易といったものをテストしてみた．

2. 観 測 方 法

この観測に使用されたサンプルは表1に示されている13種のものである．各サンプルの大きさは(8cm×9cm)で，それらは幅8cm，長さ139cm，厚さ1cmのテスト板に互に1cm離して糊づけされ，2組作られた．その内1組はブリザード時の主風向(北東)に直角，上向きにし，雪面上80cmにセットし，主として放射冷却による影響(着霜テスト板)をみることにし，他の1組は主風向に直角，横向きにし，雪面上1mの位置にセットし，ブリザー

表1 テストに使用された毛皮，布地

試料番号 (図1左側より)	試 験 材 料	備 考
1	ウルバリン毛皮	フ ー ド
2	狸 毛 皮	手 袋
3	羊 毛 皮	手 袋
4	ボ ア	手袋甲の部分
5	ボ ア	内 手 袋
6	ボ ア	カ ー ペ ッ ト
7	純 毛 (クレスヒック)	靴 下
8	フ ラ ノ	カッターシャツ
9	ビ ニ ロ ン	キ ャ ン バ ス
10	ビ ニ ロ ン (8100番)	テ ン ト
11	キ ャ ラ コ	内 張 り
12	ナ イ ロ ン	旗
13	テ ト ロ ン	旗

ドによる着雪を主としてみることに（着雪テスト板）にした。これら2組のテスト板は図1に示されるように木箱に固定した。この種の観測に当然考えられる風向、風速のテータは気象定常観測のものを使用することにし、飛雪の空間密度の測定にはレプリカ溶液法（15%）（SCHAEFER, 1941, 1942）を用いた。また雪結晶、氷粒の形状観測として顕微鏡写真撮影法を併用し、サンプル表面の着雪、着霜状態の観測は接写写真撮影によった。しかし実際に観測を始めてみると、降雪や積雪表面の状態にもよるが、風速 2~3m/s から着雪は開始され、またこの方法では着雪量を定量的に求めることができないため、解析にあたっては風向、風速、飛雪の空間密度、結晶形のテータを直接対応させることはせずに、着雪量を目視によるといったマクロな取扱い方をした。しかし問題の性質からいってこれで十分であると思われる。

観測は1968年7月5日から10月15日まで行なわれた。

3. 観 測 結 果

3.1. ブリザードによる着雪

3.1.1. 7月13日の例

5時30分頃より降り始めた雪は8時頃より平均風速 10m/s 以上の風を伴い、サンプル表面にかなりの着雪が認められた。12時の飛雪粒子の顕微鏡写真観測によれば、図2に示されているように、殆んどが不規則な氷粒であった。この時の着雪テスト板の着雪状態は図3のカラー写真によって明らかなように、ウルハリン毛皮（サンプル No.1）からフラノ（サンプル No.8）までのサンプルに着雪の差こそあれ認められ、ヒニロンキャンハス地（サンプル No.9）からテトロン旗地（サンプル No.13）には殆んど着雪は認められなかった。これらのサンプルの接写写真観測は図4に示されている。特に着雪量の多いのは狸毛皮（サンプル No.2）でかなり内部まで着雪が認められた。また表面だけでは羊毛皮（サンプル No.3）、ボア（サンプルNo.4）、ボア（サンプル No.5）、純毛（サンプル No.7）も比較的多い。これらに比し、ウルバリン毛皮は狸毛皮とのサンプル固定の境目に着雪が認められるがその他は非常に少なかった。

3.1.2. 8月12日の例

8月11日および12日早朝に比較的静かな降雪があり、結晶形は殆んど角柱、砲弾、砲弾集合であった（図5）。これらの新雪は12日8時頃より平均風速 10m/s を越す風に吹き飛ばされはじめ、22時には 40m/s 近くに達し、本格的なブリザードになった。13時40分の着雪テ

スト板観測のカラー写真が図6に示されている。本格的な飛雪になってほぼ5時間を経過した時のこれらの写真から一見してわかることは、毛皮三種では狸が圧倒的な着雪量を示し、羊も毛が白いためにこの写真ではあまりはっきりしないが、表面にはかなりの着雪が認められた。これらに比し、ウルバリンは既に指摘したようにサンプル固定の境目に僅かの着雪が認められるたけであった。特にウルバリンについて注目すべきことは飛雪粒子が毛皮に着かないということではなく、ある程度の着雪があっても、それらは小さな塊状に分割され、表面から飛び出す現象のあることが認められた。一方狸の毛の場合は最初表面に着雪が始まり、それからの着雪は毛根に向かって進んでゆき、表面は雪の団子状になり、脱雪がすこぶる困難であった。ボア三種については、サンプル No.4, No.6 が No.5 より少なかった。しかし手袋の甲の部分につけられているこの No.4 はナイロンブラシ等による脱雪が比較的容易であることが一つの取り得である。それに比し、内手袋に使用されている No.5 は毛の作り方からもわかるように一種の目づまり状態になって、狸の毛とは異なった状態でまた脱雪が困難であった。純毛靴下地（サンプルNo.7）、フラノカッターシャツ地（サンプルNo.8）ともボア（サンプルNo.5）程ではないが、着雪状態は同様な形態を示した。サンプル No.9 ~No.13についてはキャラコ（サンプルNo.11）の表面に薄く着雪がある他は殆んど着雪は認められなかった。これらの事実は既に経験的にも知られていることである。

3.2. ウルバリン毛皮の表面観測

ウルバリン毛皮が他の二種、すなわち狸や羊の毛皮に比べて着雪量が著しく少ないことは既に述べた通りであるが、その原因として考えられることは、(i)ウルバリンの毛それ自体が着雪し難い、(ii)一度付着した雪はある程度時間が経つと小さな塊状に分割され、表面から飛び出すこと、の二通りが考えられた。それで次にこれを確かめるために、ウルバリンの毛皮の表面を2秒~5秒間毎に接写写真で連続観測を行なった。図7, 8はそれらの結果を示している。各写真共、全体として着雪量は非常に少ないが、下方に着雪の見られるのは狸の毛皮との境目であり、いずれも小さな塊状になっているのがわかる。図中(1)~(6)の時間は30秒以内の現象であるが、いくつかの雪の小塊が長い毛の下の方から現われ、次の段階で同じ位置に認められないのは、風による長い毛の振動によって毛の表面まで現われ、次いで吹き飛ばされたことを意味している。つまりこれらの観測を通してわかったことは、ウルバリンの毛は比較的太く固い長い毛と、細く柔かい短い毛からなっており、長い毛は短い毛に比べて少ないために、飛雪粒子は短い毛の上部に付着するが、強い風のために、太く長い毛が振動し、細く短い毛と振動の周期がずれ、付着した雪が小さな塊状に分割され、長い

毛に沿ってあたかも匍匐するような形で毛の上に移動し、遂には風によって吹き飛ばされるようである

3.3. 三種のウルバリン毛皮の着雪

毛皮三種の着雪量の著しい差は果して何なのだろうか、毛自身の相違なのか、それともウルバリンのように長い毛と短い毛ということが必要なのだろうか。図9はウルバリン、狸、羊の毛の断面写真である。これら三種の毛の特徴は、ウルバリンについては先に述べたような比較的太く固い長い毛と、細く柔かい短い毛からなっており、狸は長さがほぼ一様な細い柔かい毛であり、羊は狸に比べて太い固い毛からなっていた。そしてこれら三種の毛の着雪量は狸が著しく多く、次いで羊、ウルバリンの順であった。それで次にウルバリンの毛が二種類からなっていることに目をつけ、ウルバリンについて三種の毛を用意した。その一つはウルバリンそのままであり(サンプル No. 11)、他の一つは太く固い長い毛が多い部分を選び、どちらかといえば羊の毛を想定し(サンプル No. 12)、他の一つはウルバリンの太く固い長い毛を切り、短い毛と同じ長さにし、狸の毛を想定した(サンプル No. 13)(図10)。これらのサンプルは観測後半には着雪テスト板のサンプル No. 11~13 のキャロコ、ナイロン、テトロンに代ってテストされた。結果の一例が図11に示されている。写真から明らかなように、着雪量の最も多いのは狸の毛(No. 2)と狸の毛を想定した No. 13 であり、次いで羊の毛(No. 3)と羊の毛を想定した No. 12 であり、ウルバリンそのものの No. 1 と No. 11 は程度の差こそあれ、非常に着雪量の少ないことが認められた。このことは既に予想したようにウルバリンの毛自体が着雪し難いということより、ウルバリンの毛が太く固い長い毛と、細く柔かい短い毛の二種類からなっていることが必要であることがわかった。一方毛皮の表面に付着した雪はそのまま放置しておくと氷化し(図12)、除去するのが非常に難しく、防寒具本来の役目を果たさなくなることが考えられる。これら付着した雪の除去にはナイロンブランがよく、これによる除去の様子が図13に示されている。サンプル No. 2, No. 13 が共に氷の小塊となって毛の先端に着いて除去し難いことは狸の毛とウルバリンの毛の相違ではなく、細く柔かい毛であるということであり、着雪量が多く、かつ除去が困難であることは、狸の毛は使用法によっては防寒具に適さないことを意味している。

3.4 夜間の放射冷却による着霜

観測期間中4回の着霜が観測された。図14に7月25日~26日(黒丸印)と9月5日~6日(白丸印)の気温、風向、風速の時間変化が示されている。風速は長い矢羽根1本が1m/s、短い矢羽根が0.5m/sを示している。7月25日~26日の例では最低気温 -28.2°C 、9月5日

～6日の例では最低気温 -31.2°C でいずれも平均最大風速 2m/s 以下、ほとんど $0.5\sim 1\text{m/s}$ の静穏な時であった。サンプル表面の着霜の状態は図15に示されているが、全サンプルについて多かれ少なかれ着霜が認められた。特に毛皮三種についてはウルバリンの長い毛に多く認められ、他の二種についてはほとんど毛の先端のみであった。またこれと同様な着霜はサンプルNo.4～8に認められたが、いずれもナイロンブラシによる着霜の除去は容易であった。特に注目しなければならないのは、ビニロンキャンバス地（サンプルNo.9）と、ビニロンテント地（サンプルNo.10）であって、これら布地の表面にはかなり厚い着霜があった。南極大陸にあっては夜間の放射冷却が昭和基地より激しいだろうし、また出現回数の多いことも想像されるので、雪上車の幌やテント等に使用する場合には着霜が昇華する以前に内部で暖をとると融解し、また氷化したりして以後の取扱いが困難になることが想像される。

4. 結 語

昭和基地で現在使用されている毛皮、布地13種について、自然条件下で着雪、着霜の実態を把握するために簡単な観測を行なった。その結果次のことがわかった。

- (i)ウルバリン、狸、羊の毛皮三種については飛雪による着雪量は狸の毛皮に非常に多く、羊がこれにつき、ウルバリンは極端に少なかった。
- (ii)ウルバリン毛皮の着雪量の少ない原因はウルバリンの毛が比較的太く固い長い毛と、細く柔かい短い毛からなっていることである。長い毛は短い毛に比べて少ないため、飛雪粒子は短い毛の上部に付着するが、強い風のために長い毛が振動し、短い毛と振動の周期がずれ、その結果付着した雪が小さな塊状に分割し、長い毛に沿ってあたかも匍匐前進するような動きで毛の上に移動し、遂には風によって吹き飛ばされるためであると考えられる。
- (iii)人造繊維（ボア三種）、純毛、フラノとも着雪するがその量はあまり多くはない。
- (iv)着雪の初期においては、それらを除去するにはナイロンブラシで容易であるが、長時間の飛雪、あるいはそのまま放置しておくとも氷化し、除去するのが困難となる。この傾向は特に狸の毛に顕著であることから、使用法によっては防寒具に適さないことを意味している。
- (v)夜間の放射冷却による着霜はビニロンキャンバス地とビニロンテント地にかなり厚く認められた。南極大陸にあっては放射冷却が昭和基地より激しいであろうし、また出現回数も多いことが想像されるので雪上車の幌やテント等に使用する場合には再考を要す

るであろう。特に着霜か昇華する以前に内部で暖をとると融解し、また氷化したりすることか考えられるので、以後の取扱いが困難になることが想像され、改良の余地があるように思われる。

謝 辞

現地でのテストサンプルの調達については設営担当の川崎巖隊員の手をわずらわしましたことを付け加えます。

文 献

- BLACK, H. P. (1962) A blizzard visor for improved vision Symposium on Antarctic Logistics, Boulder Conference, 520-524.
- SCHAEFER, V. J. (1941) A method for making snowflake replicas Science, **93**, 239-240
- SCHAEFER, V. J. (1942) Use of snowflake replicas for studying winter storms Nature, **149**, 81.

(1969年9月18日受理)

図1 セットされた着雪(上方)、
着霜(下方)テスト板

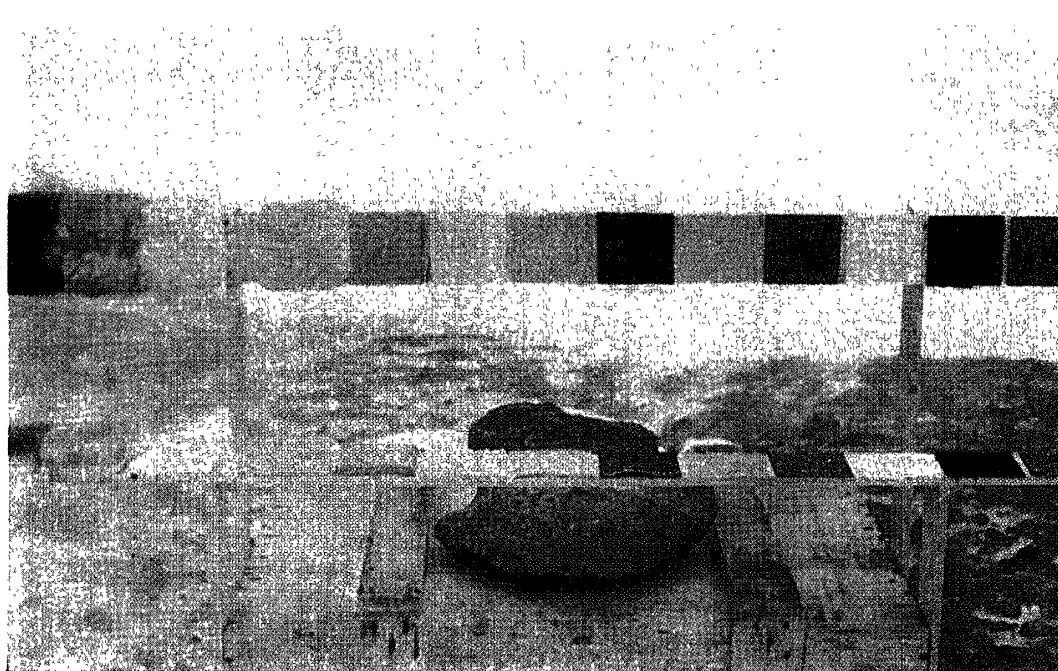


図2 飛雪粒子の顕微鏡写真
(1968年7月13日12時)

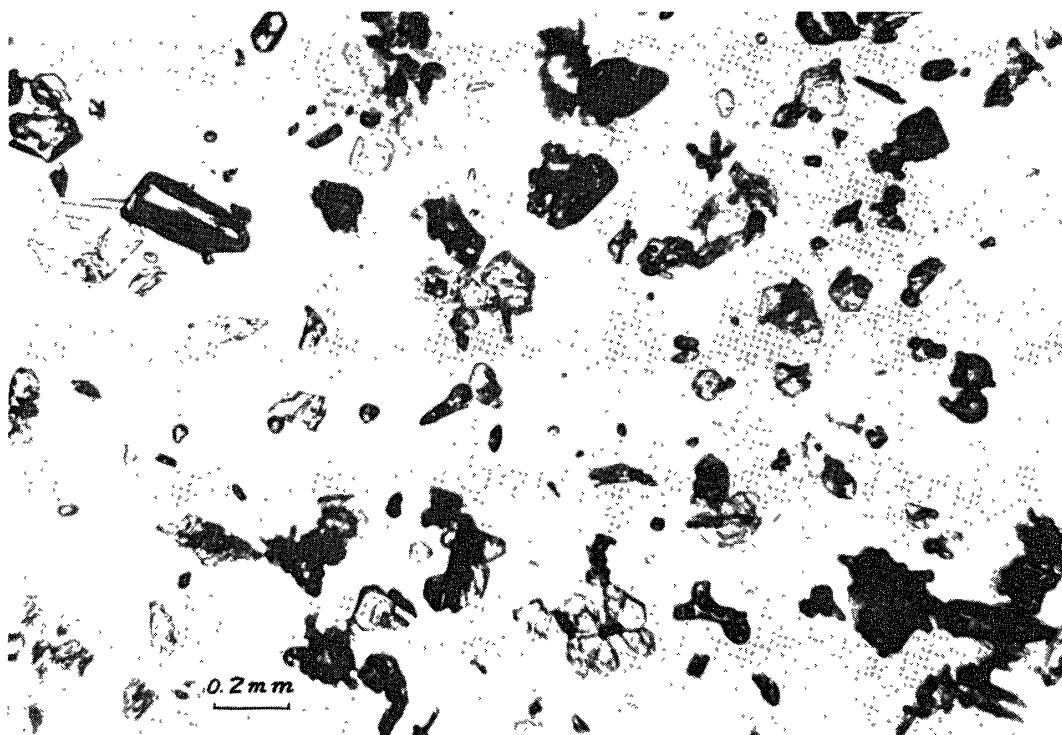
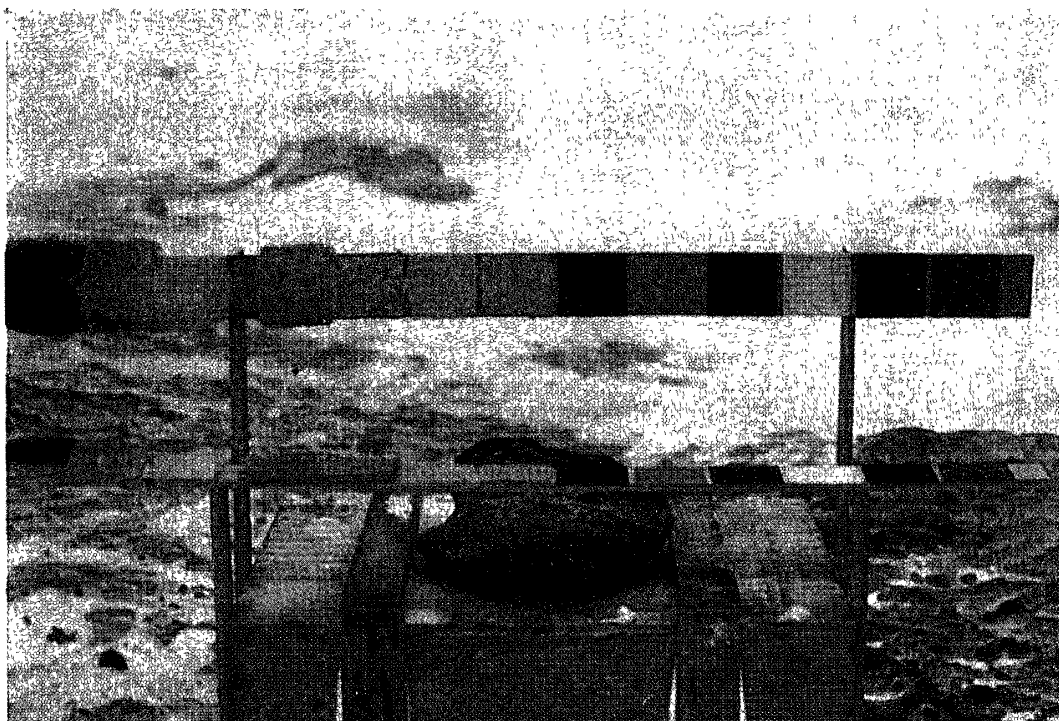
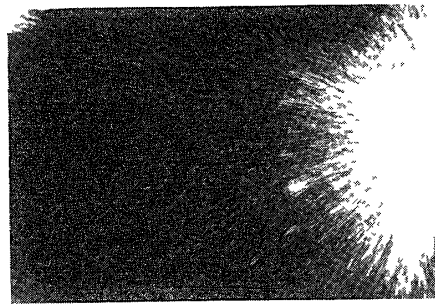
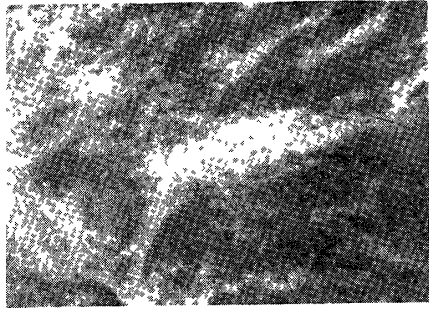


図3 ブリザードによる着雪テ
スト板の着雪状態 (1968
年7月13日)

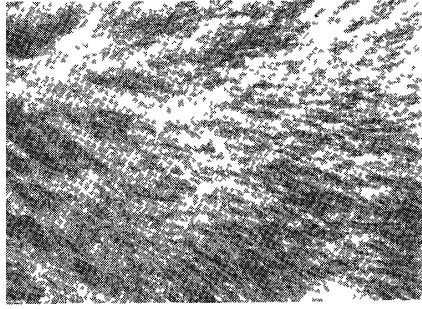




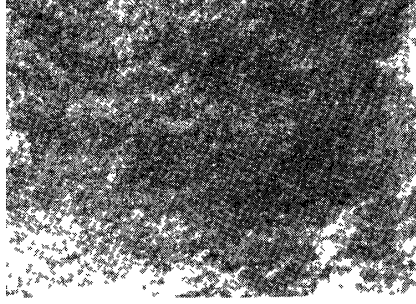
No 1



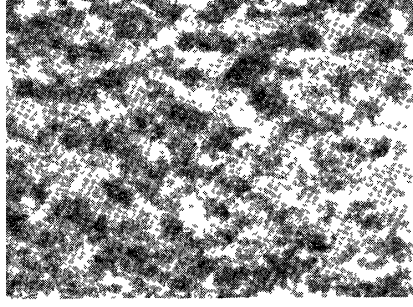
No 2



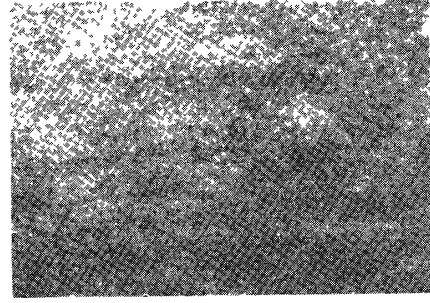
No 3



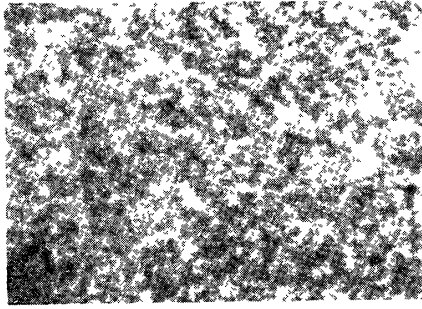
No 4



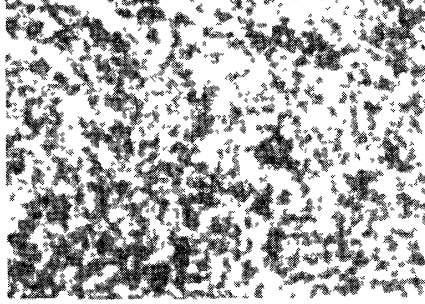
No 5



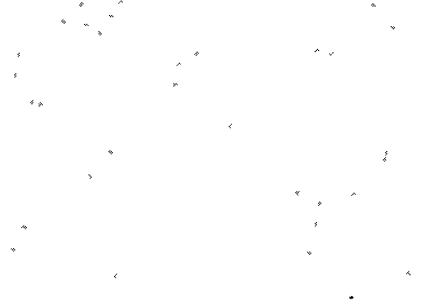
No 6



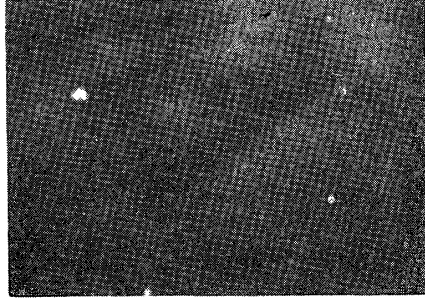
No 7



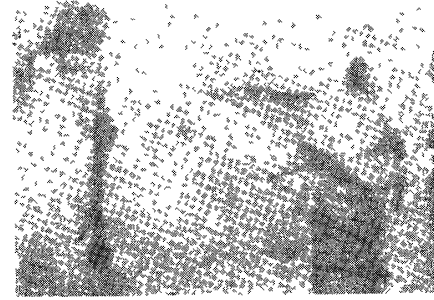
No 8



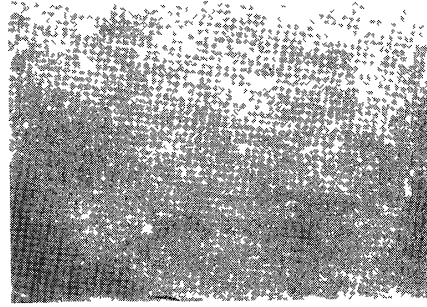
No 9



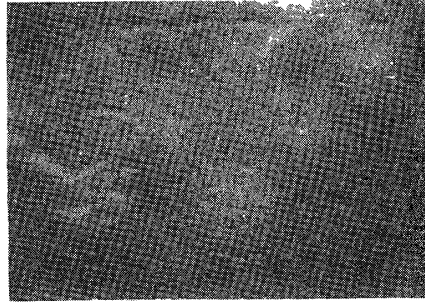
No 10



No 11



No 12

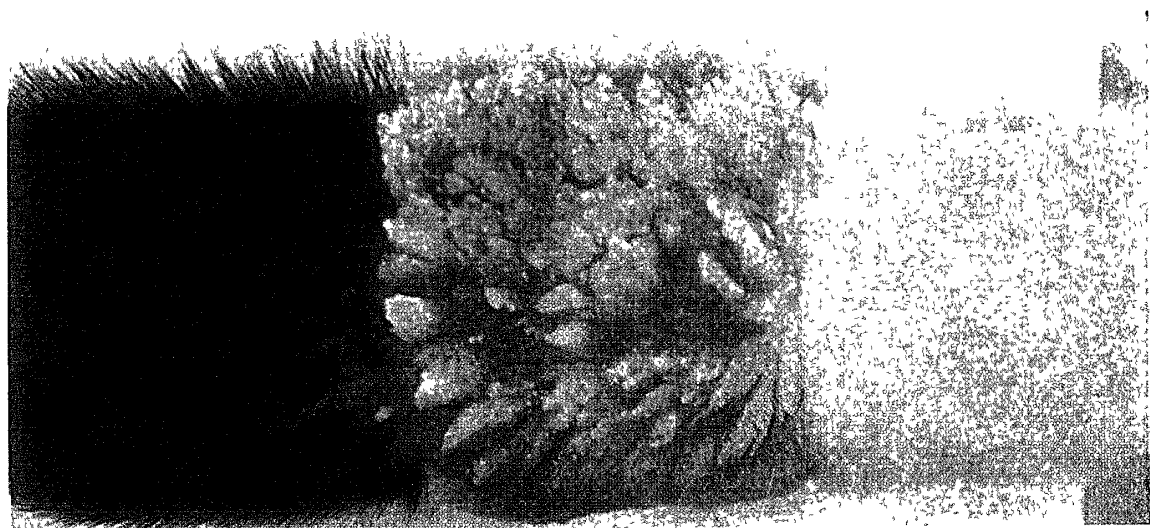


No 13

図 4 フリサートによる α_1 と α_2
スト板の接 γ_1 γ_2 真 (1968
年 7 月13日)



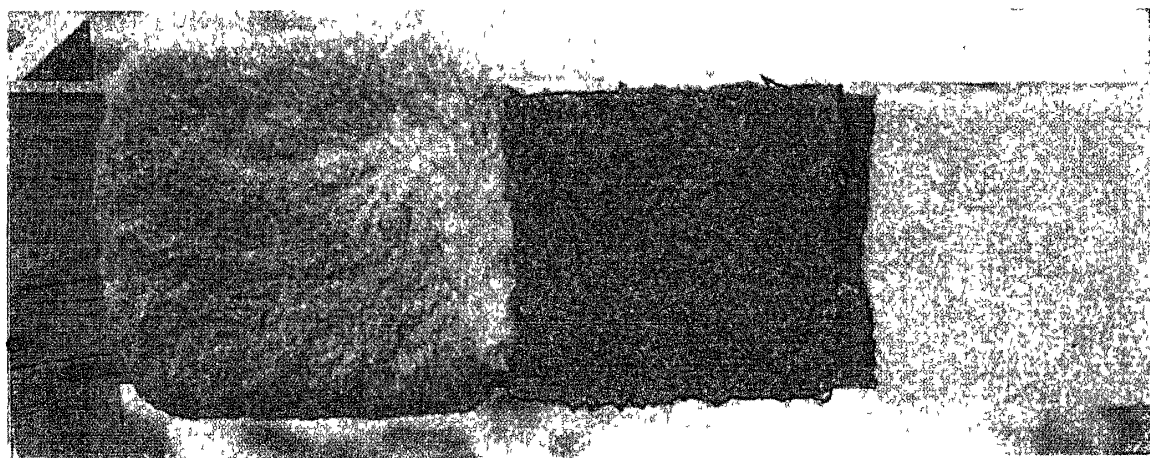
図5 降雪粒子の顕微鏡写真
(1968年8月11日11時20分)



No 1

No 2

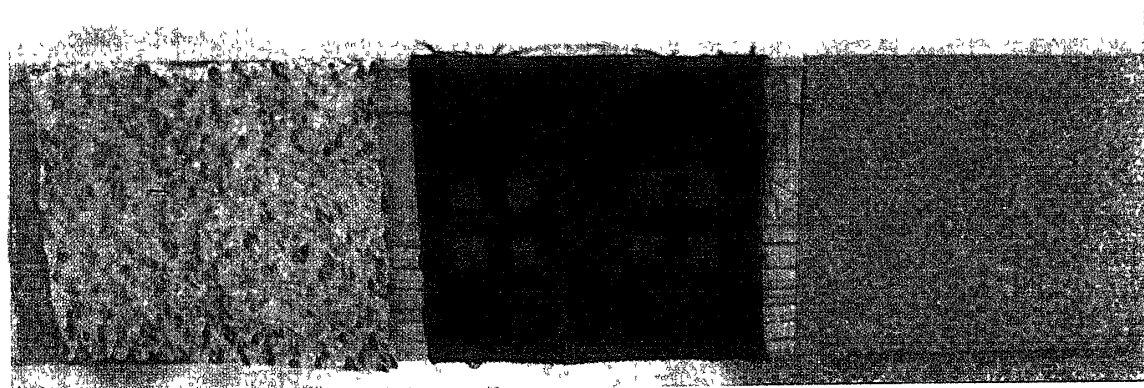
No 3



No 4

No 5

No 6



No 7

No 8

No 9



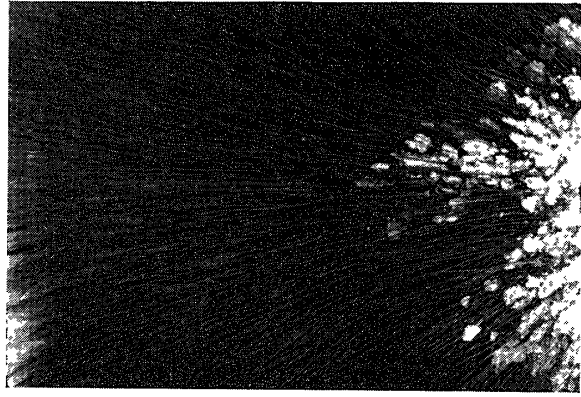
No 10

No 11

No 12

No 13

図6 プリサートによる着雪テスト板の着雪状態 (1968年8月12日)



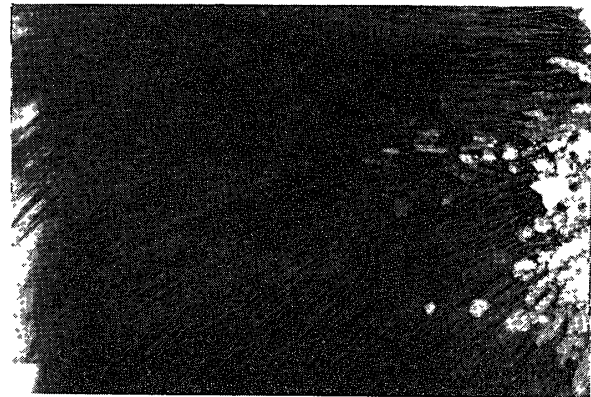
(1)



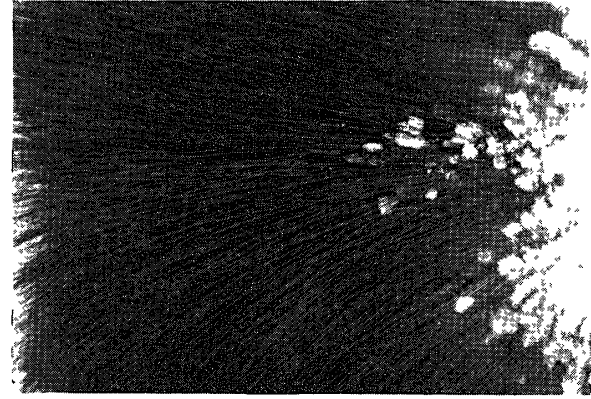
(2)



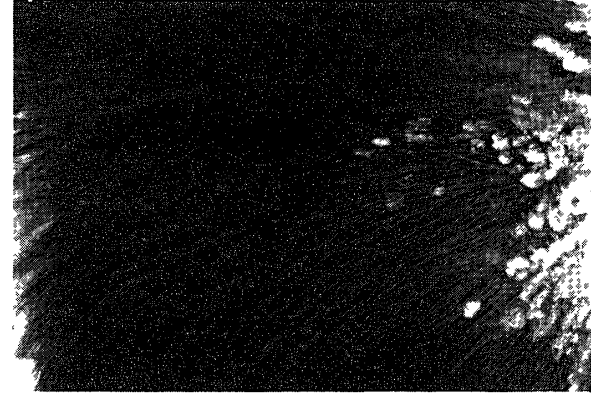
(3)



(4)



(5)

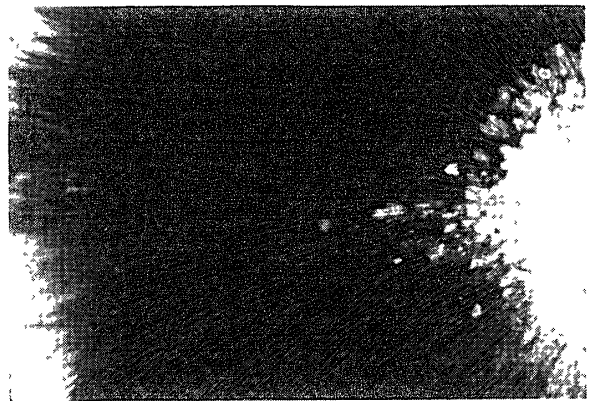


(6)

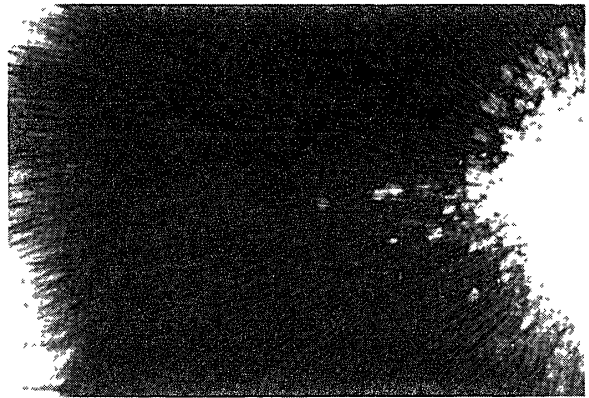
図7 ウルハリン毛皮表面の連続接写真観測 (1968年9月13日)



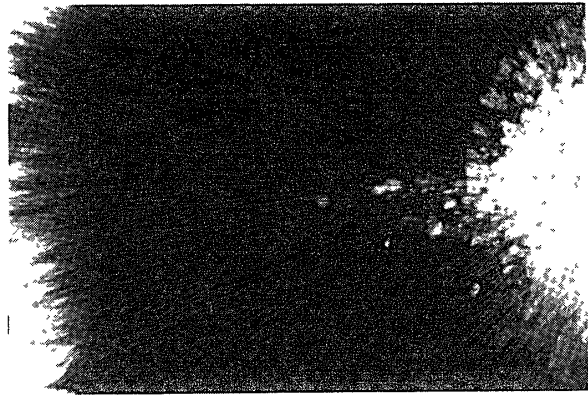
(1)



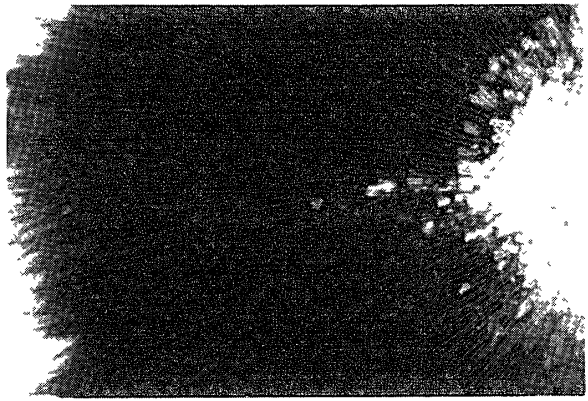
(2)



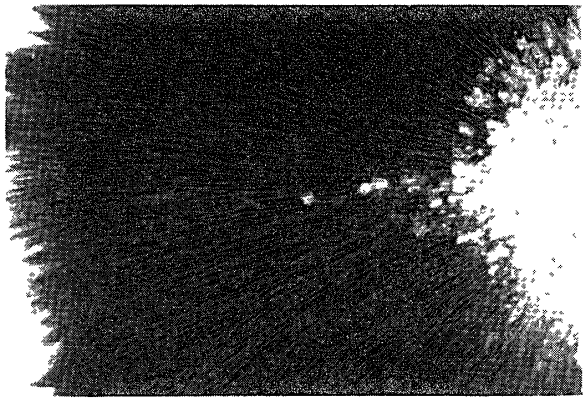
(3)



(4)



(5)



(6)

図8 ウルハハリン毛皮表面の連続撮影写真(1968年 9月13日)

図9 ウルバリン(No1)、狸(No2)、羊(No3)の毛皮の断面写真

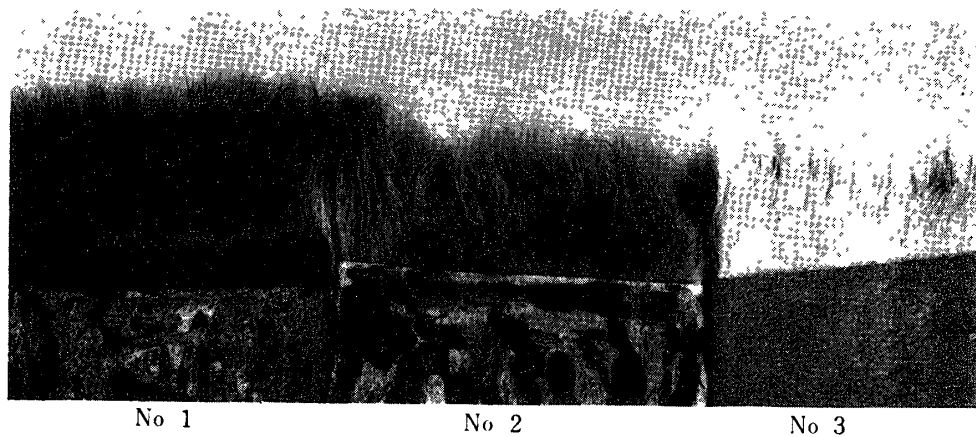


図10 三種のウルハリン毛皮の断面写真

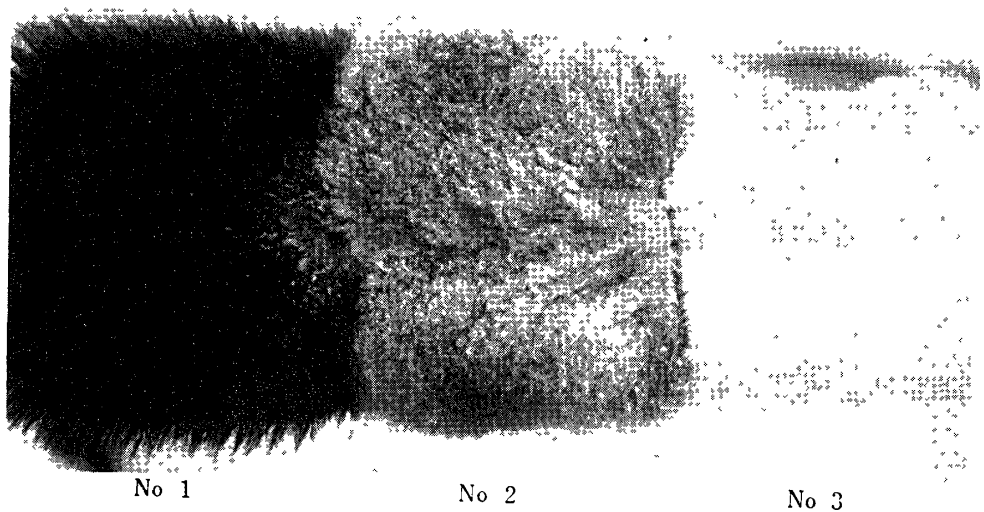
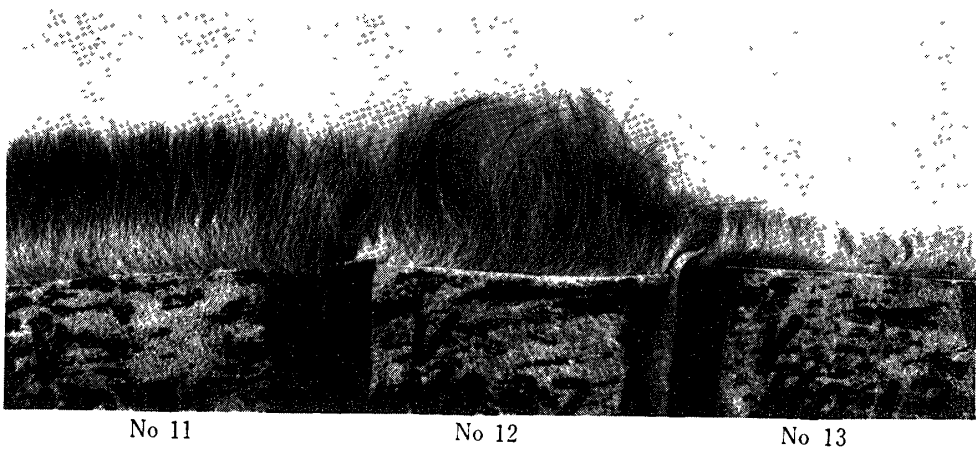
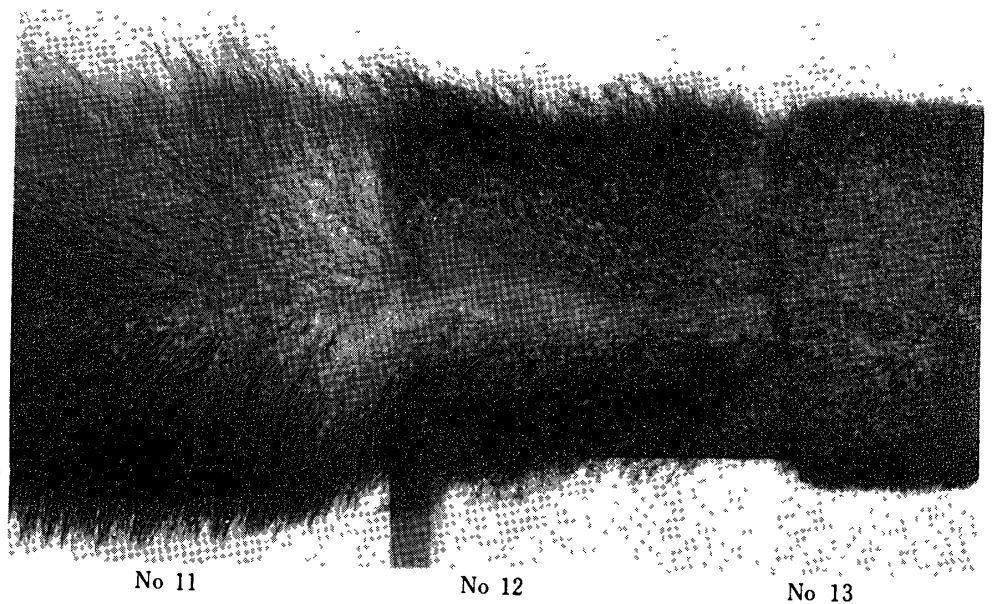


図11 三種のウルバリン、狸、羊の毛皮の着雪状態(1968年9月25日)



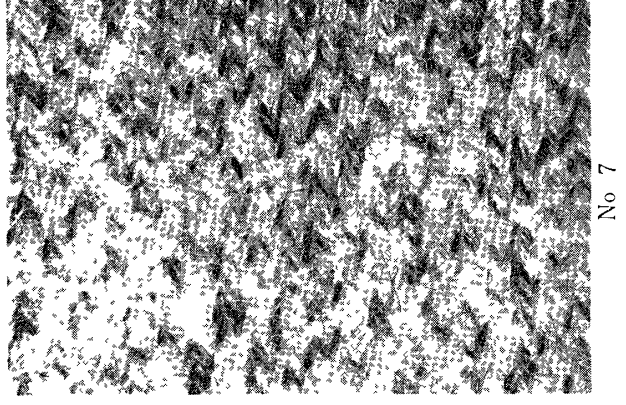
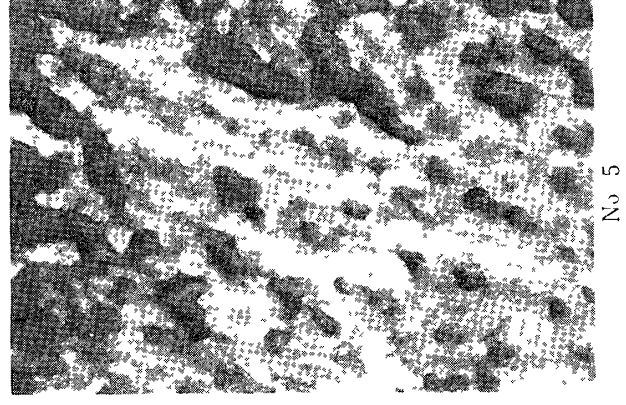
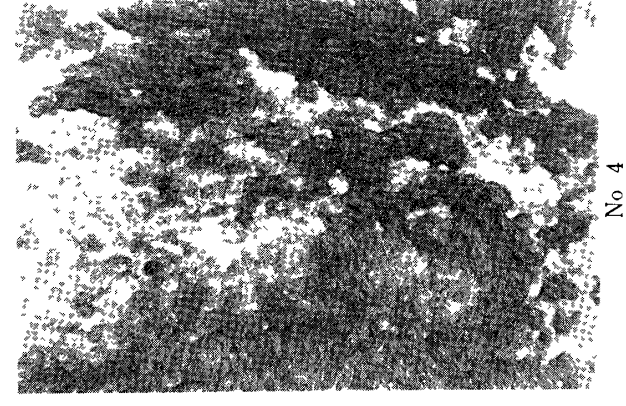
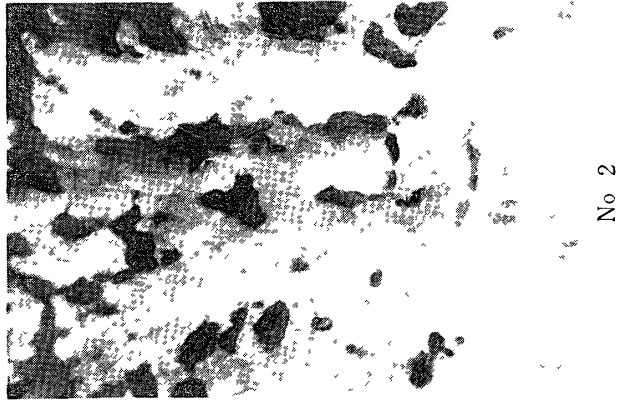
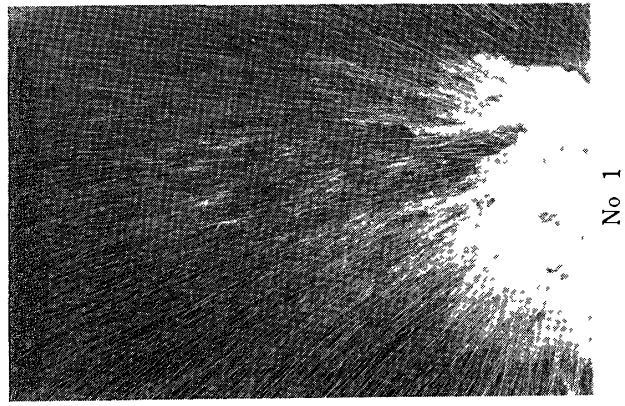


図12 着上テスト板の水化の状態

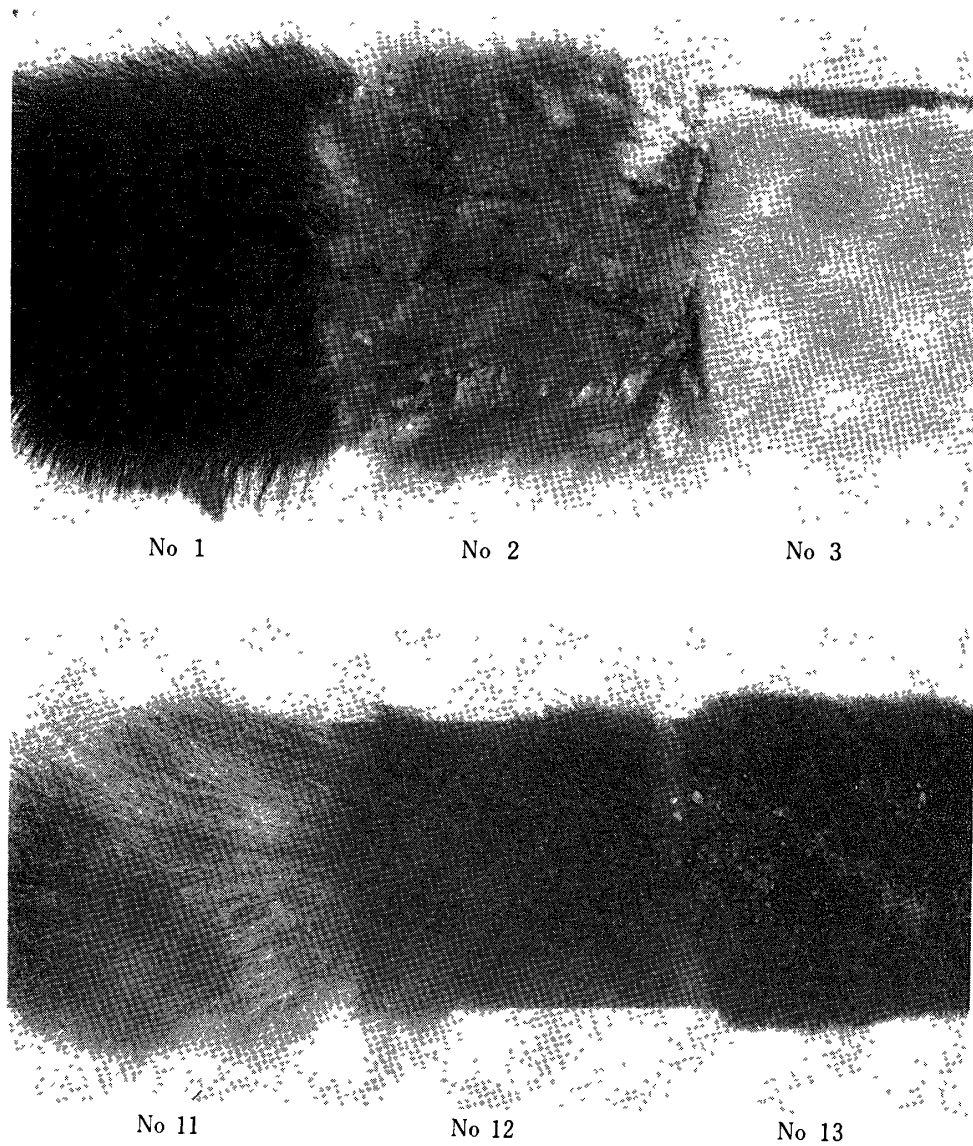


図13 着雪のナイロンフランによる除去の状態

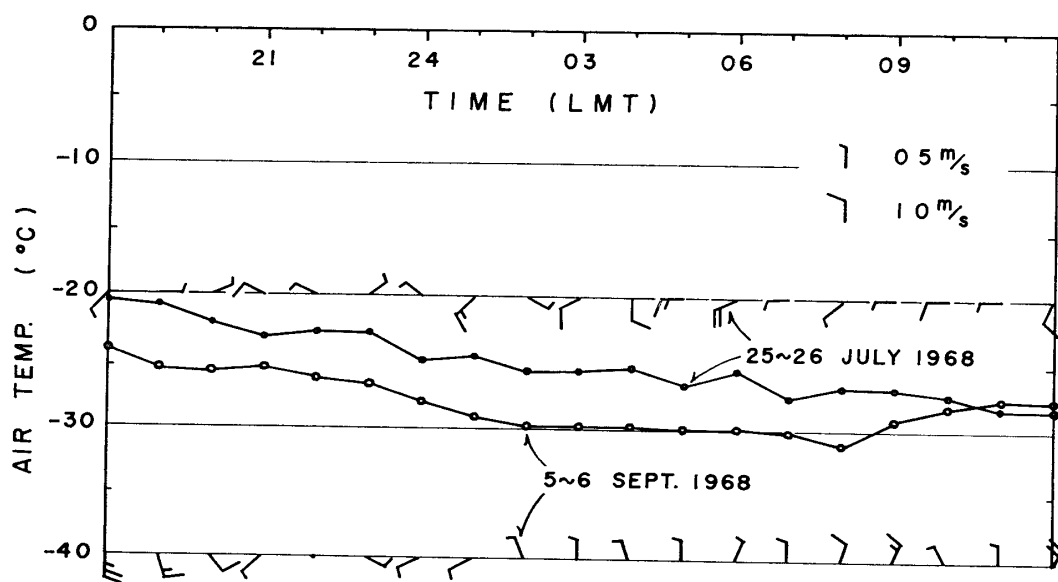
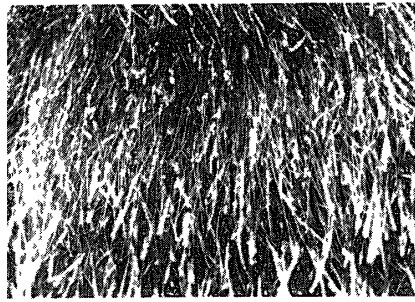
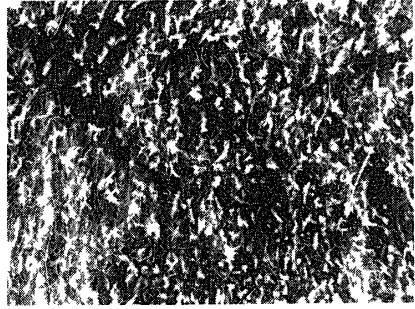


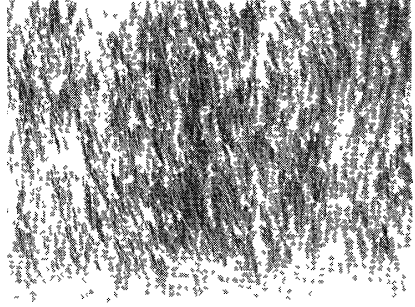
図14 着霜時の気温、風向、風速の時間変化



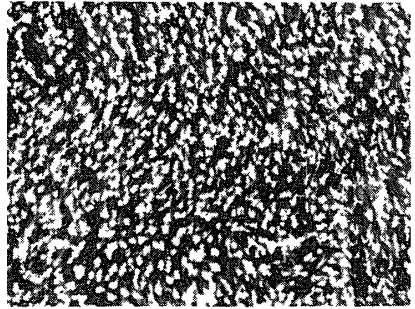
No. 1



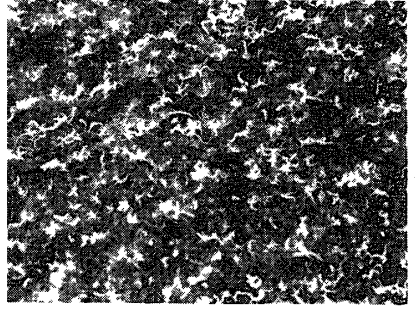
No. 2



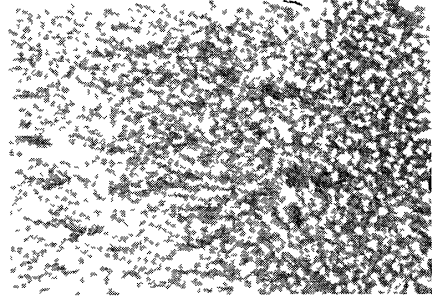
No. 3



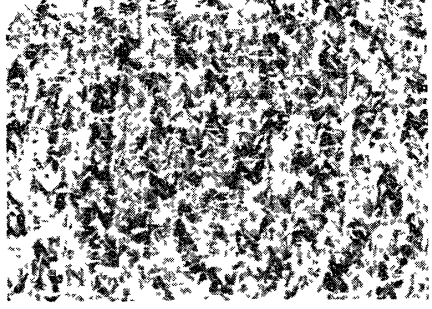
No. 4



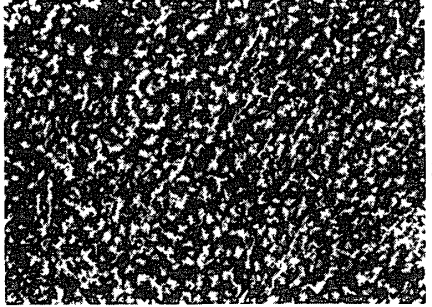
No. 5



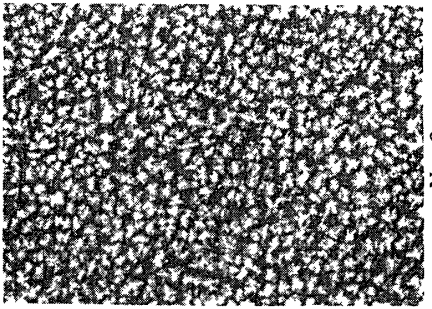
No. 6



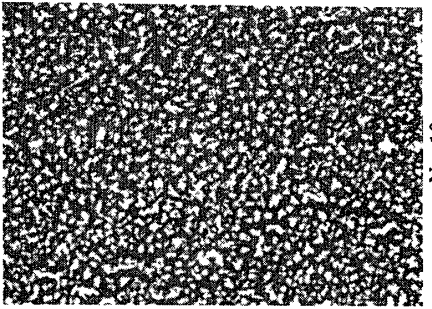
No. 7



No. 8



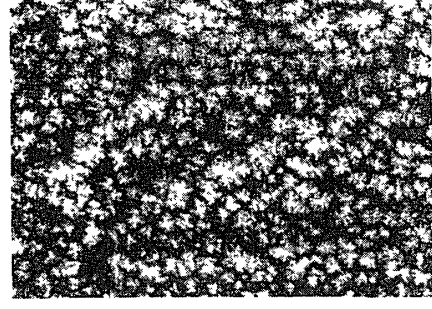
No. 9



No. 10



No. 11



No. 12



No. 13

図15 石綿テスト板の接写写真(1968年9月26日)